

**Interference-free measurement method for use with signals that are subjected to pulsed interference of a known or determinable frequency and wherein at least three individual measurements are made with varying intervals**

**Patent number:** DE10233835  
**Publication date:** 2004-02-12  
**Inventor:** IRION HANS (DE); HAASE BJOERN (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- **International:** **H04L1/24; H04L1/24;** (IPC1-7): G12B17/02; G01S7/28  
- **European:** H03K5/125; H04L1/24C2  
**Application number:** DE20021033835 20020725  
**Priority number(s):** DE20021033835 20020725

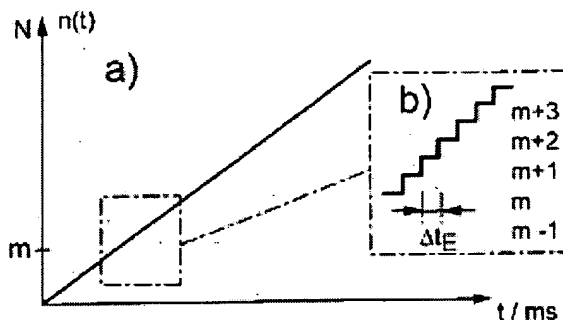
Also published as:

WO2004017519 (A1)  
US2005164638 (A1)

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10233835**

Method for freeing measurement signals from interference originating from pulse interference signals that have a known or determinable period, and whereby the duration of an individual measurement is smaller than the interference pulse duration and a number of individual measurement values can be recorded at freely selected time intervals of the measurement signal. Accordingly at least three individual measurements are made with intervals between them different to the interference pulse period and from them an interference free value is determined. An independent claim is made for a further method for freeing a measurement signal from pulsed interference, whereby it is determined whether an interference signal is present and then a measurement is made if the interference signal is not present.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) **DE 102 33 835 A1** 2004.02.12

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 33 835.3**

(22) Anmeldetag: **25.07.2002**

(43) Offenlegungstag: **12.02.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G12B 17/02**  
**G01S 7/28**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

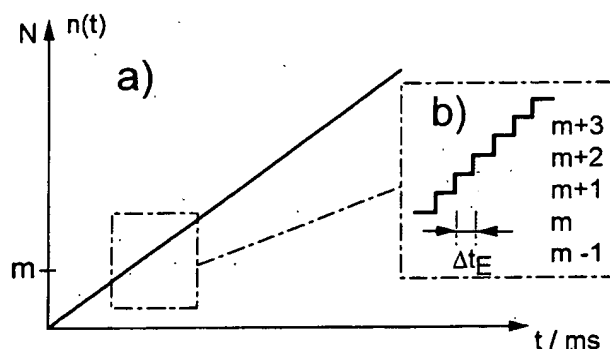
(72) Erfinder:

**Irion, Hans, 71364 Winnenden, DE; Haase, Björn,  
70182 Stuttgart, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Störfreiung von Messsignalen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Störfreiung von Messsignalen ( $s_M$ ), die von gepulsten Störsignalen ( $s_{ST}$ ) mit einem bekannten oder bestimmbareren Störpulsabstand ( $T_{St}$ ) verfälscht sind, wobei die Erfassungsdauer ( $\Delta t_E$ ) eines Einzelmesswertes ( $E$ ) kleiner ist als eine Störpulsdauer ( $\Delta t_{St}$ ) und mehrere Einzelmesswerte ( $E$ ) in frei wählbaren Zeitabständen ( $T_E$ ) des Messsignals ( $s_M$ ) erfasst werden. Eine zuverlässige Beseitigung von durch impulsartig sendende Störquellen verursachten Störungen wird dadurch erreicht, dass mindestens drei aufeinander folgende Einzelmesswerte ( $E$ ) mit Zeitabständen ( $T_E$ ) erfasst werden, die sich von dem Störpulsabstand ( $T_{St}$ ) unterscheiden, und dass mit den mindestens drei Einzelmesswerten ( $E$ ) eine störfreie Messgröße ( $M$ ) ermittelt wird (Fig. 1).



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Störbefreiung von Messsignalen, die von gepulsten Störsignalen mit einem bekannten oder bestimmbareren Störpulsabstand verfälscht sind, wobei die Erfassungsdauer eines Einzelmesswertes kleiner ist als eine Störpulsdauer und mehrere Einzelmesswerte in frei wählbaren Zeitabständen des Messsignals erfasst werden.

## Stand der Technik

[0002] Der üblicherweise bei Vorliegen externer Störer eingeschlagene Weg, die betroffenen Leitungen, Sensoren oder Schaltungsteile abzuschirmen, ist häufig mit erheblichen Kosten verbunden und gelingt insbesondere bei magnetischer Einkoppelung oft nur unzureichend. Häufig lässt sich auch prinzipbedingt eine Abschirmung nicht realisieren. Dies ist beispielsweise der Fall bei kapazitiv arbeitenden Ortungsgeräten, wie sie z.B. zum Auffinden von dielektrischen Einschlüssen in Bauwerkstoffen eingesetzt werden (gelegentlich auch Balkensucher genannt). Hier können die Platten des Messkondensators des Sensors prinzipbedingt nicht abgeschirmt werden. Derartige besonders störanfällige Ortungsgeräte sind beispielsweise in der WO 02/14847 A1 und der DE 199 15 016 C2 beschrieben.

[0003] Zu den ebenfalls besonders störanfälligen Geräten gehören Radargeräte, Funkgeräte und andere Anwendungen, bei denen prinzipbedingt Hochfrequenzstörungen nicht abgeschirmt werden können.

[0004] Ein weiteres, häufig eingesetztes Verfahren, welches eine Störreduzierung durch Mittelung realisiert, führt oft zu unzumutbar langen Messzeiten. Die Stör-Amplitude sinkt nur mit der Quadratwurzel der Messzeit.

[0005] Liegt eine genutzte Arbeitsfrequenz des Messsystems im GHz-Bereich, beispielsweise zwischen 1 und 3 GHz, so gibt es ein erhebliches Störpotential durch verschiedene Mobilfunkanwendungen, z.B. durch Anwendungen nach den DECT, GSM und Bluetooth-Standards. Derartige, nach dem sogenannten TDMA-Verfahren arbeitende Störquellen senden in periodischen Intervallen (Frames) immer nur für kurze Zeit (Timeslots) impulsartige Störsignale aus, die zu einer periodischen Störung des empfangenen Messsignals führen.

[0006] Oft werden jedoch auch Messaufbauten beeinflusst, welche nicht im GHz-Bereich arbeiten. So führen beispielsweise nichtlineare Kennlinien elektronischen Bauelementen in Messschaltungen in Kombination beispielsweise mit hohen Sendeleistungen von Mobiltelefonen auch zu Störungen in Schaltungen, welche eigentlich nur im Niederfrequenzbereich arbeiten. Das erfindungsgemäße Verfahren führt auch in diesen Fällen zum Erfolg.

[0007] Generell sind die Auswirkungen gepulster Störer in vielfältigen Arten von Messaufbauten zu beobachten, in denen schwache elektrische Messgrößen erfasst werden. Die Verfälschung der Messsignale kann insbesondere durch elektromagnetische Einstreuung verursacht werden, welche beispielsweise in Messsensoren und Auswerteschaltungen erfolgen kann.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereit zu stellen, mit dem ein durch ein pulsartiges periodisches Störsignal gestörtes Messsignal möglichst wirkungsvoll von der Störung befreit wird.

## Vorteile der Erfindung

[0009] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 6 gelöst. Hiernach ist vorgesehen, dass mindestens drei aufeinanderfolgende Einzelmesswerte mit Zeitabständen erfasst werden, die sich von dem Störpulsabstand unterscheiden, und dass mit den mindestens drei Einzelmesswerten eine störfreie Messgröße ermittelt wird, oder alternativ, dass festgestellt wird, ob ein Störsignal vorhanden ist, und dass das Messsignal erfasst wird, wenn das Störsignal nicht vorhanden ist.

[0010] Mit diesen Merkmalen wird erreicht, dass gestörte Einzelmesswerte unterdrückt und für die Herleitung der Messgröße zumindest im Wesentlichen nur ungestörte Einzelmesswerte herangezogen werden, so dass eine von der impulsartig sendenden Störquelle unbeeinträchtigte Messgröße gewonnen wird. Die erfindungsgemäße Störbefreiung gelingt dabei ohne Einsatz von Abschirmungsmaßnahmen, erfordert keine langen Messzeiten und gestattet für eine weite Klasse potentieller Störer eine vollständige Störbefreiung.

[0011] Für die Durchführung der Störbeseitigung ist vorteilhaft, wenn die Zeitabstände der Einzelmessungen, aus denen sich das störfreie Signal ermitteln lässt, konstant sind und somit die Einzelmessungen mit einer gleichbleibenden Periodendauer aufgenommen werden.

[0012] Eine Störbeseitigung mit besonders wenig Aufwand wird dann erzielt, wenn die Zeitabstände der Einzelmessungen so gewählt werden, dass von drei aufeinander folgenden Messwerten maximal einer fehlerbehaftet ist. Der einzelne gestörte Messwert wird sich im Allgemeinen stark von den zwei ungestörten Messwerten unterscheiden. Bei Berechnung des Medians über drei aufeinander folgende Messwerte erhält man in diesem Fall sicher einen der beiden ungestörten Messwerte. Das Verfahren der Medianbestimmung ist dabei nicht auf die Verwendung von drei Einzelmesswerten beschränkt, sondern lässt sich unmittelbar auf mehr als drei

Einzelmessungen erweitern.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Vorgehensweise besteht darin, dass festgestellt wird, welcher oder welche Einzelmesswerte) sich von den anderen, mehr als die Hälfte darstellenden Einzelmesswerten am meisten unterscheidet/unterscheiden, und dass die Messgröße mit dem Mittelwert der anderen Einzelmesswerte bestimmt wird.

[0014] Eine Störung durch verschiedene Störquellen mit unterschiedlicher Störpulsdauer und/oder unterschiedlichem Störpulsabstand kann auf einfache Weise dadurch beseitigt werden, dass die Periodendauer so gewählt ist, dass das Messsignal simultan von mindestens zwei verschiedenen Störsignalen mit unterschiedlichem Störpulsabstand befreit wird.

[0015] Beispielsweise um den Betrieb einer Störquelle vor einer Durchführung der Störbeseitigung zu erkennen, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass zum Unterscheiden verfälschter und unverfälschter Messsignale die Messsignale kontinuierlich erfasst werden und die erste oder eine höhere Ableitung der Amplituden des Messsignals über der Zeit berechnet wird. Alternativ kann die erste oder eine höhere Ableitung einer Funktion der Amplitude des Messsignals zur Bewertung herangezogen werden, beispielsweise deren Betragsquadrat.

#### Ausführungsbeispiel

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0017] Fig. 1a, b, c eine schematische Darstellung zur Ermittlung eines Spannungssignals durch Abtastung eines anliegenden Messsignals und

[0018] Fig. 2a, b, c eine schematische Darstellung zum Gewinnen von Erfassungswerten und Herleiten einer störbefreiten Messgröße.

#### Ausführungsbeispiel

[0019] Wie vorstehend bereits diskutiert, sind insbesondere solche Anwendungen von Funkstörungen betroffen, bei welchen prinzipbedingt eine ausreichende Abschirmung nicht realisiert werden kann. Dies ist beispielsweise der Fall bei Ortungsgeräten zum Auffinden verborgener Objekte in Bauwerkstoffen. Als Sensor wird dort ein Plattenkondensator eingesetzt, dessen Streufeld in den Bauwerkstoff eingreift. Veränderungen des dielektrischen Mediums im Bereich des Streufeldes des Sensorkondensators verursachen eine Änderung der Kapazität, welche sich elektrisch vermessen lässt. In vorteilhafter Weise wird diese Kapazitätsänderung so vermessen, dass ein elektrischer Schwingkreis aufgebaut wird, welcher den Sensorkondensator enthält. Aus der Abklingkurve nach einer Anregung des Schwingkreises lassen sich dann Rückschlüsse auf die Kapazität des Sensorkondensators und somit auf im Bauwerkstoff verborgene Objekte ziehen.

[0020] Da die Kapazität geeigneter Sensorkondensatoren sehr gering ist, erhält man in der Praxis hohe Eigenfrequenzen, welche durchaus in der Größenordnung von 1–3 GHz liegen können. Die vermessenen Sensorsignale sind somit als eingangsseitige Messsignale in Gefahr, durch Mobilfunkanwendungen gestört zu werden. Wie anhand Fig. 1 gezeigt, kann das Abklingverhalten eines Schwingkreises im GHz-Bereich durch synchrone Abtastung vermessen werden, bei der beispielsweise eine am Messkondensator anliegende Spannung  $U_{HF}(t)$  zu verschiedenen Zeitpunkten  $t_{HF}(n)$

$$t_{HF}(n) = n \times \Delta t_{HF}$$

mit jeweiligem Zeitabstand  $\Delta t_{HF}$  und zugehörigem Zeitindex  $n$  nach Anregung des Schwingkreises zum Zeitpunkt  $t_{HF}(0) = 0$  ermittelt wird. Der Zeitabstand bzw. die Schrittweite  $\Delta t_{HF}$  liegt bei Oszillationsfrequenzen im Bereich von 2 GHz beispielsweise vorteilhaft in der Größenordnung von 50 ps. (Hierbei beachtlich ist die Unterscheidung von  $\Delta t_{HF}$  von den später im Zusammenhang mit der Erläuterung der Erfassungswerte  $E$  definierten Zeitschritten  $\Delta t_E$  der Größenordnung von 100 Mikrosekunden.) Für einen gegebenen Zeitindex bzw. Abtastindex  $n$  und den zugehörigen Zeitpunkten  $t_{HF}(n)$  nach Anregung des Schwingkreises kann die Spannung  $U_{HF}(t_{HF}(n))$  abgetastet und beispielsweise in einem sogenannten Sample-and-Hold-Glied gespeichert werden, an dessen Ausgang das im Folgenden betrachtete Spannungssignal  $U(n)$  anliegt.

[0021] Zur Bestimmung des Spannungssignals  $U(n)$  kann eine einzelne Abtastung vorgenommen werden. Alternativ ist es möglich, den Schwingkreis wiederholt anzuregen, beispielsweise mit Wiederholfrequenzen im MHz-Bereich und eine Mittelung über die nach dem Sample-and-Hold-Glied jeweilig anliegenden Spannungssignale  $U(n)$  durchzuführen. Dieses Vorgehen ist zur Rauschbestimmung insbesondere dann vorteilhaft, wenn zur Erfassung eines einzelnen Spannungssignalwertes  $U(n)$  bzw. für einen Einzelmesswert  $E$  ein ausreichend langes Zeitintervall  $\Delta t_E$  zur Verfügung steht.

[0022] Derartige Abtastschaltungen an sich sind beispielsweise von Oszilloskopen bekannt. Die Abtastindizes  $n$  können beispielsweise durch eine Digitalelektronik vorgewählt werden. Fig. 1a zeigt eine Zeitrampe zum

Abtastvorgang und **Fig. 1b** einen vergrößerten Ausschnitt daraus mit Stufen  $m$ .

[0023] Wird die Messung des Spannungssignals  $U(n)$  beim Vorliegen gepulster Störungen ausgeführt, so sind die zugehörigen Einzelmesswerte  $E$  und damit auch eine daraus ermittelte Messgröße  $M$  potentiell verfälscht.

[0024] Im vorliegenden Beispiel der Abtastindex  $n$ , in Zeitabständen  $\Delta t_E$  der Größenordnung von z.B. 100 Mikrosekunden jeweils um 1 erhöht werden, bis ein Maximalwert  $N$  erreicht ist. War der Zählindex  $n$  zum Zeitpunkt  $t = 0$  gleich Null, so erhält man für  $n$  die Zeitabhängigkeit

$$n(t) = n \times \Delta t_E$$

und somit für das abgetastete Messsignal  $U(n) = U(n(t))$  ein zeitlich variierendes Signal  $U(t)$ , welches der Veränderung der Abtastindizes  $n$  folgt (vgl. **Fig. 1**). Die Konsequenz ist, dass ein ursprünglich im Hochfrequenzbereich vorliegendes Messsignal  $U_{HF}$ , welches im Beispiel das Abklingverhalten eines Schwingkreises beschreibt, durch synchrone Abtastung sequentiell auf ein Messsignal im Tonfrequenzbereich  $U(n(t))$  abgebildet werden kann.

[0025] Es ist denkbar, dass für die für das Ortungsgerät gewünschte Aussage bereits ein einzelner Messwert  $E$  genügt, beispielsweise ein Spannungssignal  $U(m)$  für einen festen, vorgegebenen Index  $m$  (in Ordinatenrichtung). Ferner ist denkbar, dass Einzelmesswerte  $E$  in anderer Weise, beispielsweise durch Frequenzumsetzung, gewonnen werden.

[0026] Im Ausführungsbeispiel ist es möglich, die Messung der potentiell gestörten Größe  $U(n)$  beliebig oft zu wiederholen. In dem in **Fig. 2** skizzierten Beispiel erfolgt für einen gegebenen Index  $m$  die Messung von  $U(m)$  periodisch, jeweils mit einem Zeitabstand  $T_E$ .

[0027] Der Einfluss einer gepulsten Störquelle auf die einzelnen Messungen von  $U(m)$  ist in **Fig. 2b** dargestellt. Die einzelnen zum Index  $m$  gehörigen Einzelmesswerte sind dabei mit  $E_1$ ,  $E_2$  und  $E_3$  bezeichnet. Während dreier Zeitfenster der jeweiligen Länge bzw. Störpulsdauer  $\Delta t_{ST}$  sind die gemessenen Signale  $U(n)$  mit einer Störung überlagert. Im dargestellten Verlauf von  $U(n(t))$  bzw.  $U(t)$  (**Fig. 2b**) kann diese Störung durch starkes Rauschen erkannt werden. In dem in **Fig. 2b** gezeigten Fall wiederholen sich diese Störungen jeweils periodisch mit einem Zeitabstand bzw. Störpulsabstand  $T_{ST}$ . Die Eigenschaft einer festen Störpulsdauer  $\Delta t_{ST}$  und einer festen Störwiederholrate mit dem Störpulsabstand  $T_{ST}$  sind dabei charakteristisch für verschiedene Mobilfunkanwendungen, welche nach dem sogenannten TDMA (Time Division Multiple Access)-Verfahren arbeiten und in periodischen Intervallen (Frames) für kurze Zeit (Timeslots) Störimpulse mit einem periodischen Impulsabstand generieren. Man erkennt aus **Fig. 2b**, dass von den drei aufeinander folgenden Messungen von  $U(m)$  nur der zweite Einzelmesswert  $E_2$  durch eine Störung verfälscht wird. Die Dauer des Störpulses  $\Delta t_{ST}$  ist dabei deutlich länger als die Dauer  $\Delta t_E$ , welche zum Erfassen des Einzelmesswertes  $E$  zur Verfügung steht.

[0028] Im Folgenden soll von den Details der Gewinnung der Messsignale  $s_M$  abstrahiert werden, da diese für das Verfahrensprinzip zur Entstörung nicht relevant sind. Wesentlich ist, dass potentiell störbehaftete Einzelmesswerte  $E$  eines Messsignals  $s_M$  erfasst werden, und die Zeitabstände  $T_E$  zwischen diesen Einzelmesswerten  $E$  geeignet gewählt werden.

[0029] Wesentlich ist vorliegend auch, dass der Einzelmesswert  $E$ , wie aus **Fig. 2** ersichtlich, insbesondere durch ein Störsignal  $s_{ST}$  einer gepulsten Störquelle durch Einwirkung auf das aufgenommene Messsignal  $s_M$  am Eingang des Messsystems überlagert sein kann, so dass der Einzelmesswert  $E$ , in **Fig. 2** z.B. der zweite Einzelmesswert  $E_2$ , erheblich verfälscht ist. Derartige Störquellen resultieren insbesondere aus verschiedenen Mobilfunkanwendungen, z.B. nach dem DECT-Standard, aus dem GSM-Netz oder Bluetooth, die nach dem sogenannten TDMA (Time Division Multiple Access)-Verfahren arbeiten und in periodischen Intervallen (Frames) für kurze Zeit (Timeslots) Störimpulse mit einem periodischen Impulsabstand  $T_{ST}$  abstrahlen. Die Dauer des Störpulses  $\Delta t_{ST}$  ist dabei deutlich länger als die Erfassungsdauer  $\Delta t_E$  des Einzelmesswertes  $E$ , so dass die für die Herleitung des Einzelmesswertes  $E$  verwendeten Signale im Rauschen des Störsignals  $s_{ST}$  untergehen.

[0030] Wie aus **Fig. 2** weiter ersichtlich, werden vorliegend zur Beseitigung von durch derartige impulsförmige Störsignale verursachten Störungen noch mindestens zwei weitere Messungen zum Erfassen der Einzelmesswerte  $E$  an den entsprechenden Zeitpositionen des aufgenommenen Messsignals  $s_M$  durchgeführt, wobei die Zeitabstände  $T_E$  der weiteren Erfassungen so gewählt werden, dass sie sich von dem Störpulsabstand  $T_{ST}$  unterscheiden.

[0031] Dadurch ist sichergestellt, dass z.B. bei drei Erfassungen von Einzelmesswerten  $E$  mindestens zwei Einzelmesswerte  $E$ , d.h. jedenfalls mehr als die Hälfte der Einzelmesswerte  $E$ , in die Intervalle des Störsignals  $s_{ST}$  fallen und dadurch nicht von Störimpulsen überlagert sind.

[0032] Im weiteren Verfahren wird nun eine geeignete Auswertung der Einzelmesswerte  $E$  vorgenommen, beispielsweise eine Unterscheidung getroffen, welcher oder welche Einzelmesswerte  $E$  sich von den anderen signifikant unterscheidet/unterscheiden. Bei der weiteren Auswertung wird bzw. werden dann dieser) Einzelwerte)  $E$  verworfen und aus den anderen Einzelmesswerten  $E$ , die in ihrer Anzahl überwiegen, der Mittelwert gebildet und aus dem gemittelten Einzelmesswert die störbefreite Messgröße  $M$  gewonnen (vgl. **Fig. 2c**). Eine

vorteilhafte alternative Auswertung besteht darin, dass aus den Einzelmesswerten  $E$  der Median gebildet wird, woraus sich eine sehr einfache und dabei zuverlässige Gewinnung der Messgröße  $M$  ergibt.

[0033] Vorzugsweise wird der Zeitabstand zum Erfassen der Einzelmesswerte  $E$  mit einer festen Periodendauer  $T_E$  gewählt und geeignet an die Intervalle bzw. Lücken des Störsignals  $s_{st}$  angepasst. Hierbei ergeben sich verschiedene mögliche Zeitfenster, die vorteilhaft auch so gewählt werden können, dass die beschriebene Störbeseitigung bei verschiedenen gängigen gepulsten Störquellen mit unterschiedlicher Störpulsdauer  $\Delta t_{st}$  und/oder unterschiedlichem Störpulsabstand  $T_{st}$  wirksam ist. Für eine Störung durch DECT- und GSM-Mobiltelefone ist eine geeignete Periodendauer  $T_E$  zum Erfassen der Einzelmesswerte  $E$  (Zeitfenster) zwischen  $10417 \mu s$  und  $11249 \mu s$ , wobei die Mitte dieses Zeitfensters bei  $10833 \mu s$  liegt. Weitere Zeitfenster ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle:

Dienst	Mögliche Messintervalle		
GSM	$577 \mu s$	-	$2.01 \text{ ms}$
	$2.59 \text{ ms}$	-	$4.04 \text{ ms}$
	$5.19 \text{ ms}$	-	$6.63 \text{ ms}$
	$9.807 \text{ ms}$	-	$11.249 \text{ ms}$
DECT	$417 \mu s$	-	$4.79 \text{ ms}$
	$5.21 \text{ ms}$	-	$9.58 \text{ ms}$
	$10.42 \text{ ms}$	-	$14.79 \text{ ms}$
Bluetooth HV2	$625 \mu s$	-	$938 \text{ ms}$
	$1.56 \text{ ms}$	-	$1.87 \text{ ms}$
	$3.13 \text{ ms}$	-	$3.43 \text{ ms}$
	$4.07 \text{ ms}$	-	$4.37 \text{ ms}$
	$5.63 \text{ ms}$	-	$5.94 \text{ ms}$
Bluetooth HV3	$625 \mu s$	-	$1.56 \text{ ms}$
	$2.19 \text{ ms}$	-	$3.12 \text{ ms}$
	$4.37 \text{ ms}$	-	$5.31 \text{ ms}$

[0034] Eine weitere Möglichkeit ist die adaptive Anpassung der Zeitabstände  $T_E$  (Messintervalle) zum Erfassen der Einzelmesswerte  $E$ . Dazu müssten der Störpulsabstand  $T_{st}$  und die Störpulsdauer  $\Delta t_{st}$  beispielsweise mittels entsprechender Programmierung des Messsystems bestimmt werden. Diese Vorgehensweise ist zwar flexibel, jedoch relativ aufwändig.

[0035] Eine weitere ähnliche Möglichkeit zur Störbeseitigung wie die vorstehend beschriebene besteht darin, dass zunächst festgestellt wird, ob ein Störsignal vorhanden ist, und dass das Messsignal  $s_M$  bzw. die Einzelmesswerte  $E$  dann aufgenommen werden, wenn ein Störsignal nicht vorhanden ist.

[0036] Zum Feststellen, ob eine Störung durch eine pulsartig abstrahlende Störquelle vorliegt, besteht eine vorteilhafte Möglichkeit darin, dass die erste oder eine höhere Ableitung des empfangenen Messsignals  $s_M$  oder einer geeigneten Umrechnungsgröße desselben, insbesondere der Quadratsumme der Amplituden, über der Zeit berechnet wird. Störquellen der vorstehend angegebenen Art ergeben Änderungen in dem Messsignal mit relativ steilen Flanken, die gegenüber den relativ flachen Änderungen des Messsignals, wie sie beispielsweise durch eine relative Positionsänderung zwischen Messobjekt und Messgerät bei einem Absuchvorgang

entstehen, durch die Ableitung zuverlässig detektiert werden können. Mit einer derartigen vorgeschalteten Erkennung kann der Betrieb einer Störquelle sicher erkannt werden, so dass diese Information bei der Auswertung mit berücksichtigt werden kann.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Störfreiung von Messsignalen ( $s_M$ ), die von gepulsten Störsignalen ( $s_{ST}$ ) mit einem bekannten oder bestimmbareren Störpulsabstand ( $T_{St}$ ) verfälscht sind, wobei die Erfassungsdauer ( $\Delta t_E$ ) eines Einzelmesswertes ( $E$ ) kleiner ist als eine Störpulsdauer ( $\Delta t_{St}$ ) und mehrere Einzelmesswerte ( $E$ ) in frei wählbaren Zeitabständen ( $T_E$ ) des Messsignals ( $s_M$ ) erfasst werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens drei aufeinanderfolgende Einzelmesswerte ( $E$ ) mit Zeitabständen ( $T_E$ ) erfasst werden, die sich von dem Störpulsabstand ( $T_{St}$ ) unterscheiden, und dass mit den mindestens drei Einzelmesswerten ( $E$ ) eine störfreie Messgröße ( $M$ ) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitabstände ( $T_E$ ) konstant sind und die Einzelmesswerte mit einer festen Periodendauer erfasst werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Messgröße ( $M$ ) auf der Grundlage des Medians bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass festgestellt wird, welcher oder welche Einzelmesswerte ( $E$ ) sich von den anderen, mehr als die Hälfte darstellenden Einzelmesswerten am meisten unterscheidet/unterscheiden, und dass die Messgröße ( $M$ ) mit dem Mittelwert der anderen Einzelmesswerte bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Periodendauer ( $T_E$ ) so gewählt ist, dass das Messsignal ( $s_M$ ) von mindestens zwei verschiedenen Störsignalen ( $s_{St}$ ) mit unterschiedlichem Störpulsabstand ( $T_{St}$ ) befreit wird.

6. Verfahren zur Störfreiung von Messsignalen ( $s_M$ ), die von gepulsten Störsignalen ( $s_{St}$ ) verfälscht sind, wobei die Erfassungsdauer ( $\Delta t_E$ ) eines Einzelmesswertes ( $E$ ) kleiner ist als eine Störpulsdauer ( $\Delta t_{St}$ ) und mehrere Einzelmesswerte ( $E$ ) in frei wählbaren Zeitabständen ( $T_E$ ) des Messsignals ( $s_M$ ) erfasst werden, dadurch gekennzeichnet, dass festgestellt wird, ob ein Störsignal ( $s_{St}$ ) vorhanden ist, und dass das Messsignal ( $s_M$ ) erfasst wird, wenn das Störsignal ( $s_{St}$ ) nicht vorhanden ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Unterscheiden verfälschter und unverfälschter Messsignale ( $s_M$ ) die erste oder eine höhere Ableitung einer Funktion der Amplituden des Messsignals ( $s_M$ ) über der Zeit berechnet wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

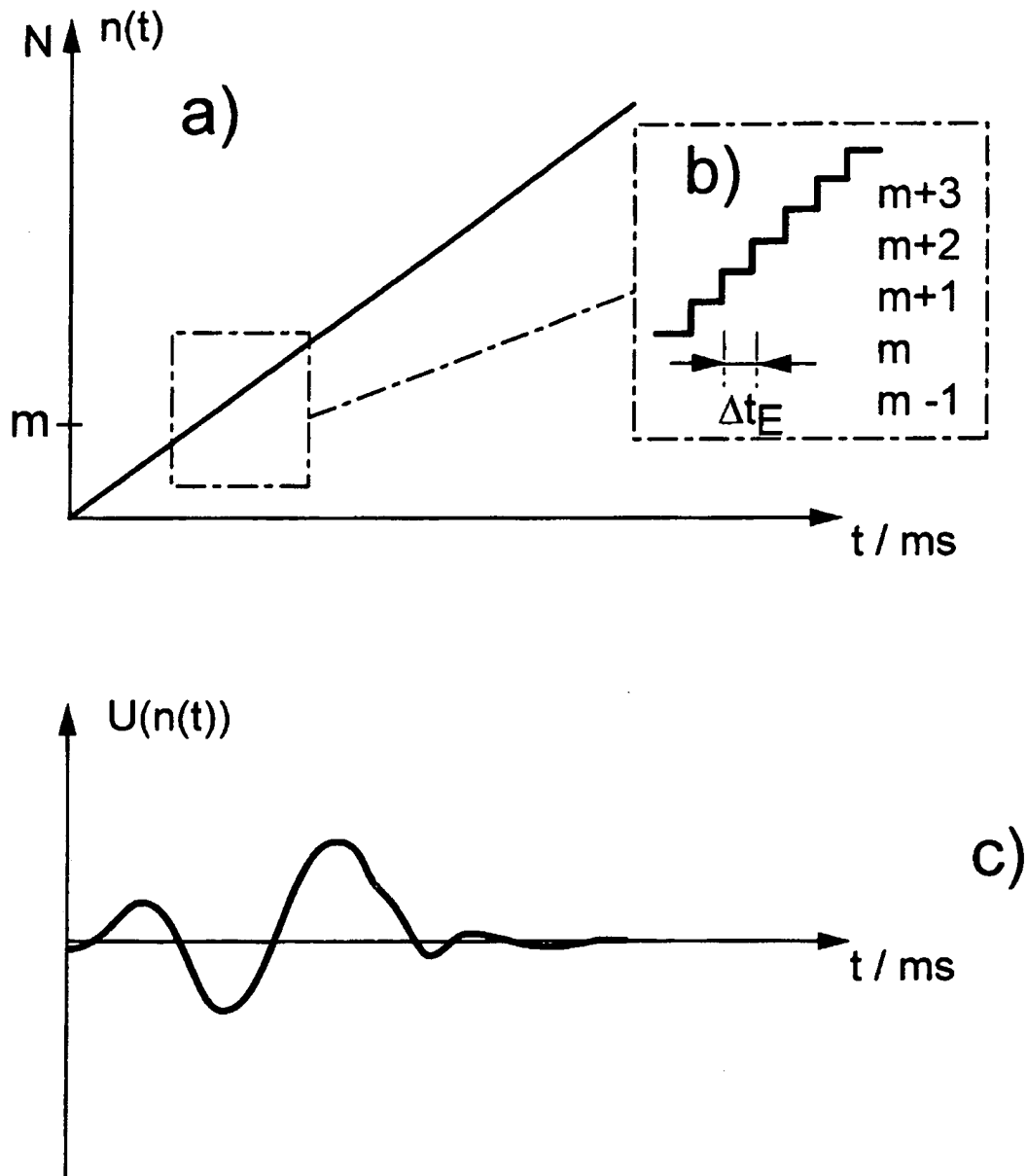


Fig. 1



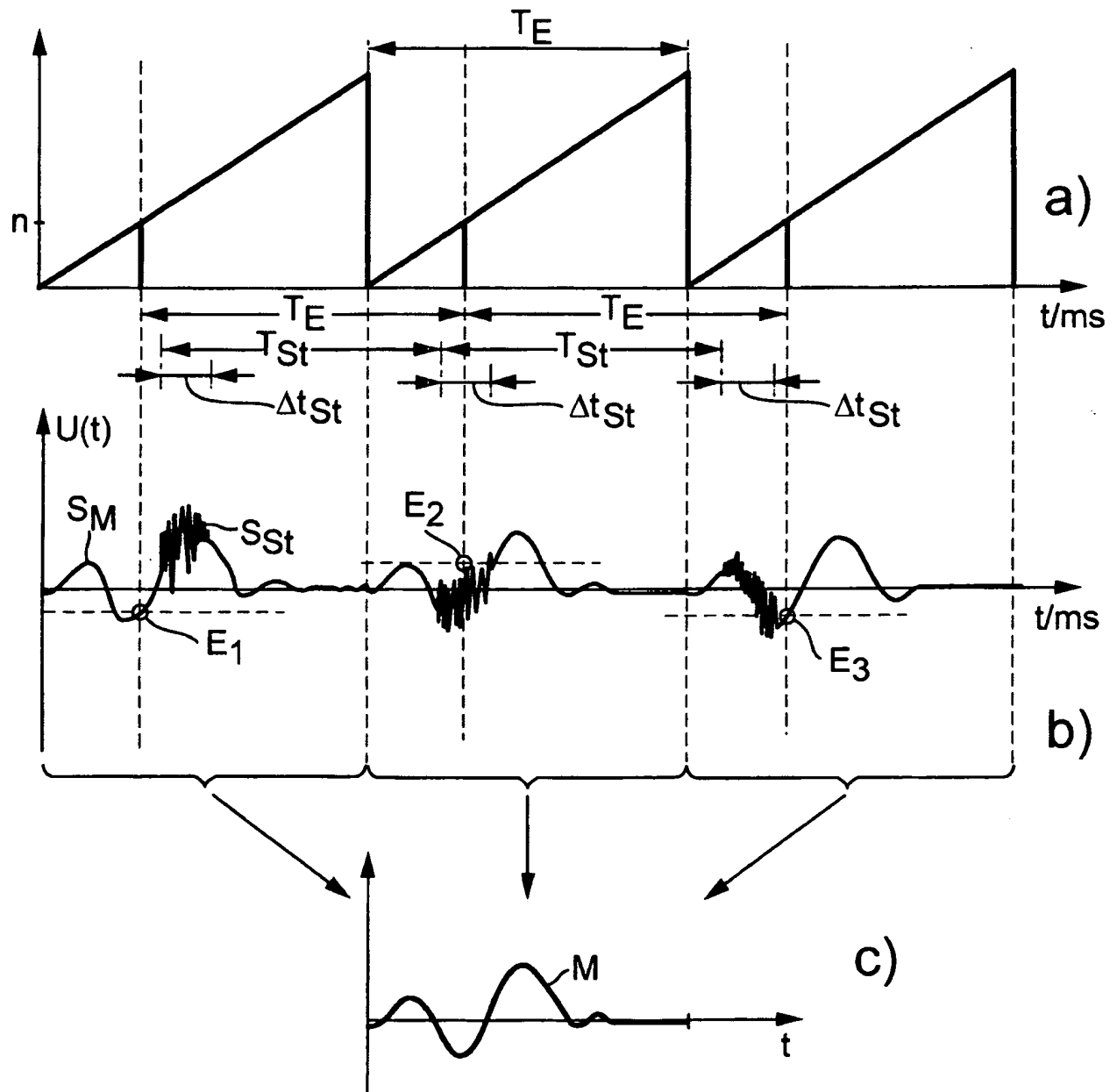


Fig. 2